

PROCEDE ET DISPOSITIF DE REGENERATION D'UN FILTRE A PARTICULES INTEGRE DANS UNE LIGNE D'ECHAPPEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

5 La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif de régénération d'un filtre à particules intégré dans une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne, notamment de type Diesel.

Elle concerne plus particulièrement, un procédé et un dispositif permettant
10 de réguler le dégagement de chaleur, ou exotherme, du filtre à particules.

Généralement, un filtre à particules est utilisé pour capturer les particules et suies contenues dans les gaz d'échappement et éviter leurs rejets dans l'atmosphère. Ces particules et suies ont cependant la propriété de colmater le
15 filtre après une certaine durée d'utilisation et d'entraîner une augmentation de la contre-pression régnant dans la ligne d'échappement, ce qui peut provoquer un dysfonctionnement du moteur.

Il est connu que, dès que ce filtre a atteint un taux prédéterminé de
20 colmatage, une séquence de régénération de ce filtre soit déclenchée, généralement par le contrôle moteur. Cette séquence de régénération consiste, pour l'essentiel, à brûler les particules et suies présentes dans ce filtre. Pour ce faire, il est prévu d'élever temporairement la température des gaz d'échappement qui traversent le filtre pour aider à la combustion de ces
25 particules, cette combustion étant généralement exothermique. La durée de cette élévation de température des gaz est fonction de l'augmentation de la contre-pression des gaz dans la ligne d'échappement.

Une des méthodes pour élever cette température consiste à faire
30 fonctionner le moteur en mode pauvre, c'est à dire à une richesse inférieure à 1, de manière à ce que l'oxygène présent dans les gaz d'échappement participe également à la combustion des particules et suies contenues dans le filtre.

en risquant d'entraîner une dégradation localisée du filtre. De même, le capteur situé à l'intérieur du filtre ne peut permettre de relever la température que dans un endroit bien particulier du filtre.

- 5 La présente invention se propose de remédier aux inconvénients mentionnés ci-dessus grâce à une gestion simple et efficace de l'exotherme du filtre à particules même lorsque celui-ci est catalysé.

10 A cet effet, la présente invention propose un procédé de régénération d'un filtre à particules intégré dans une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne, les gaz d'échappement traversant le filtre d'une face d'entrée vers une face de sortie, caractérisé en ce que, pendant la régénération du filtre, on surveille la température interne d'au moins deux régions du filtre, on diminue la teneur en oxygène des gaz d'échappement lorsque au moins une
15 des températures surveillées est supérieure à une température critique, on augmente la teneur en oxygène des gaz d'échappement, pour poursuivre la régénération du filtre, lorsque toutes les températures surveillées sont inférieures à la température critique.

- 20 Avantageusement, on peut surveiller la température interne d'une région du filtre proche de sa face d'entrée.

On peut également surveiller la température interne d'une région du filtre proche de sa face de sortie.

25

On peut aussi surveiller la température interne d'une région médiane du filtre.

- 30 Lorsqu'une désulfatation d'un piège à NOx est réalisée, on peut surveiller la température interne d'au moins deux régions du filtre après la désulfatation du piège.

- la figure 3 est un organigramme montrant les différentes étapes de régénération du filtre;
- La figure 4 est une variante de la figure 2 et
- la figure 5 est un graphique montrant les variations de richesse (R) en fonction du temps (t) lors de la régénération du filtre utilisé dans la figure 4.

Sur la figure 1, le filtre à particules 10 est logé dans une ligne d'échappement 12. Ce filtre est traversé par les gaz d'échappement 14 qui circulent, comme indiqué par les flèches, de la face d'entrée 16 du filtre vers sa face de sortie 18. Comme cela est connu en soi, le filtre est constitué d'un monolithe 20 comportant des canaux 22 disposés dans le sens de circulation des gaz 14. A titre d'exemple et comme visible sur la figure 1, certains des canaux sont obstrués sur la face d'entrée 16 alors que d'autres sont obstrués sur la face de sortie 18 de façon à obtenir une circulation des gaz d'échappement dans ce filtre, comme illustrée par les flèches F.

Bien entendu et cela sans sortir du cadre de l'invention, les canaux 22 de ce monolithe peuvent être revêtus de phases catalytiques pour la conversion des phases gazeuses polluantes des gaz d'échappement, comme le CO, les HC ou les NOx.

Compte tenu du volume important du filtre à particules, qui peut être supérieur à 3 litres, de l'hétérogénéité des dépôts de particules et suies le long des canaux 22 et, de ce fait, de la combustion de ces particules lors de la régénération du filtre, il est prévu de surveiller la température interne de ce filtre dans au moins deux régions.

En pratique, plusieurs capteurs de température sont disposés à l'intérieur du filtre pour surveiller ces températures et, de préférence, dans un des canaux 22.

Plus précisément, il est prévu un capteur de température 24, dit capteur aval, placé dans une région à courte distance, de l'ordre de 3 cm, de la face de sortie 18. Ce capteur permet de contrôler la température interne du filtre avec un gradient longitudinal de température inférieur à 200°C. C'est généralement à

capteurs de pression servent à mesurer la chute de pression des gaz d'échappement entre l'entrée 16 et la sortie 18 du filtre à particules 10.

Les différents capteurs et sonde sont connectés par des lignes 52 à une
5 unité de contrôle 54, dite contrôle moteur. Cette unité est également reliée au
moteur par une ligne bidirectionnelle 56 pour connaître à tout instant les
informations liées au fonctionnement du moteur, comme le régime moteur.
L'unité 54 transmet aussi par la ligne 56, après traitement des signaux reçus
des capteurs et sonde, des commandes aux différents organes du moteur qui
10 permettent d'influencer la marche du moteur, comme l'injection de carburant 40
et/ou l'admission d'air (non représentée).

Pour évaluer l'état de la charge en particules présentes dans le filtre à
particules 10, l'unité 54 reçoit des signaux représentatifs de la pression en
15 amont et en aval du filtre 10 grâce aux capteurs de pression 48 et 50. Cette
unité calcule la perte de charge en pression des gaz d'échappement entre
l'amont et l'aval du filtre à particules 10 et évalue le taux de colmatage du filtre,
par exemple par l'intermédiaire d'un modèle mémorisé dans l'unité 54. Si ce
taux atteint une valeur seuil, la séquence de régénération du filtre à particules
20 est enclenchée et l'unité de contrôle envoie des instructions par la ligne 56 à
certains organes du moteur 34 pour que ce moteur passe en mode de
combustion pauvre, avec une augmentation de richesse déterminée inférieure à
1. A titre d'exemple, la richesse des gaz d'échappement est telle qu'elle ne
dépasse pas la richesse de 0,95, tout en ayant une composition oxydante pour
25 consommer les dépôts de particules et de suie présentes dans ce filtre. Ceci peut
se réaliser par une post-injection de carburant dans les chambres de
combustion 38 des cylindres 34 par l'intermédiaire des moyens d'alimentation
en carburant 40. Cette augmentation de richesse permet d'augmenter la
température des gaz d'échappement pour qu'elle atteigne une température
30 voisine de 450°C afin d'assurer la régénération du filtre à particules.

ce qui permettra de calmer voire arrêter la combustion des particules et suies dans le filtre pour obtenir des températures appropriées dans toutes les régions du filtre.

5 Ainsi, lors de la séquence de régénération du filtre qui dure quelques minutes, l'on retrouvera une succession de mode de combustion riche/pauvre du moteur permettant de contrôler l'exotherme de ce filtre.

Bien entendu, ce contrôle de l'exotherme lors de la régénération du filtre pourra s'appliquer aussi bien à un filtre non catalysé qu'à un filtre catalysé.

10 La figure 4 montre une variante du moteur de la figure 2, et pour cela comporte sensiblement les mêmes références.

Dans cette variante, la ligne d'échappement 12 comprend en outre un catalyseur 58 sur lequel s'accumulent des oxydes nitriques, dit piège à NOx.

15 Ce piège à NOx 58 est situé en amont du filtre à particules 10, en considérant le sens de circulation des gaz d'échappement, et le capteur de pression 48 est placé en amont de ce piège alors que le capteur de température 30 est situé entre le piège 58 et le filtre 10.

20 Pendant les opérations désulfatation du piège et de régénération du filtre à particules, comme cela est décrit à titre d'exemple dans la demande de brevet français N° 2 825 412, le piège à NOx est traversé par des gaz d'échappement atteignant des températures très élevées, de l'ordre de 750°C.

25 A la sortie de ce piège, ces gaz, qui ont gardé sensiblement la même température, traversent le filtre à particules et participent à l'élévation de température du filtre lors de la combustion des particules et suies présentes dans ce filtre. Si l'élévation de température dépasse un seuil prédéterminé, ce filtre peut être gravement endommagé voire détruit.

30 Une régulation de l'exotherme du filtre à particules lors de sa régénération est donc nécessaire pour qu'il garde toute sa capacité de régénération et de conversion dans le cas où ce filtre est catalysé.

REVENDICATIONS

1) Procédé de régénération d'un filtre à particules (10) intégré dans une ligne d'échappement (12) d'un moteur à combustion interne (34), les gaz d'échappement traversant le filtre d'une face d'entrée (16) vers une face de sortie (18), caractérisé en ce que, pendant la régénération du filtre,

- on surveille la température interne d'au moins deux régions du filtre (10);
- on diminue la teneur en oxygène des gaz d'échappement lorsque au moins une des températures surveillées est supérieure à une température critique;
- on augmente la teneur en oxygène des gaz d'échappement, pour poursuivre la régénération du filtre, lorsque toutes les températures surveillées sont inférieures à la température critique.

2) Procédé de régénération selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on surveille la température interne d'une région du filtre (10) proche de sa face d'entrée (16).

3) Procédé de régénération selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on surveille la température interne d'une région du filtre (10) proche de sa face de sortie (18).

4) Procédé de régénération selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on surveille la température interne d'une région médiane du filtre (10).

5) Procédé de régénération selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel on réalise également une désulfatation d'un piège à NOx (58), caractérisé en ce que l'on surveille la température interne d'au moins deux régions du filtre (10) après la désulfatation du piège (58).

1/3

FIG.1

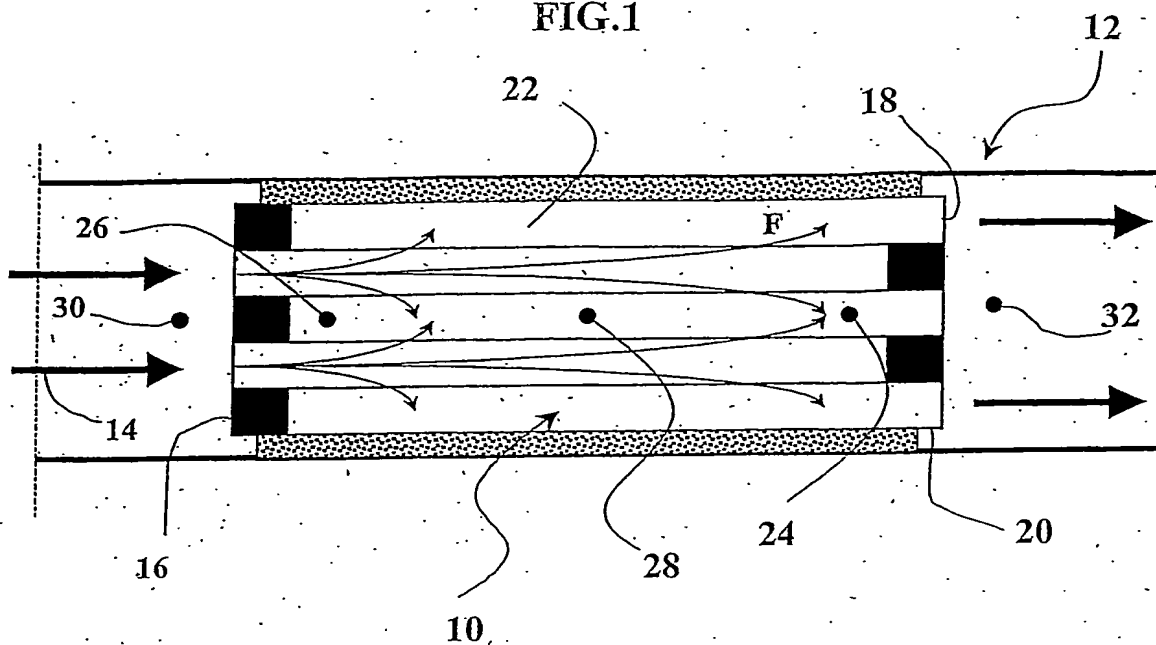


FIG.2

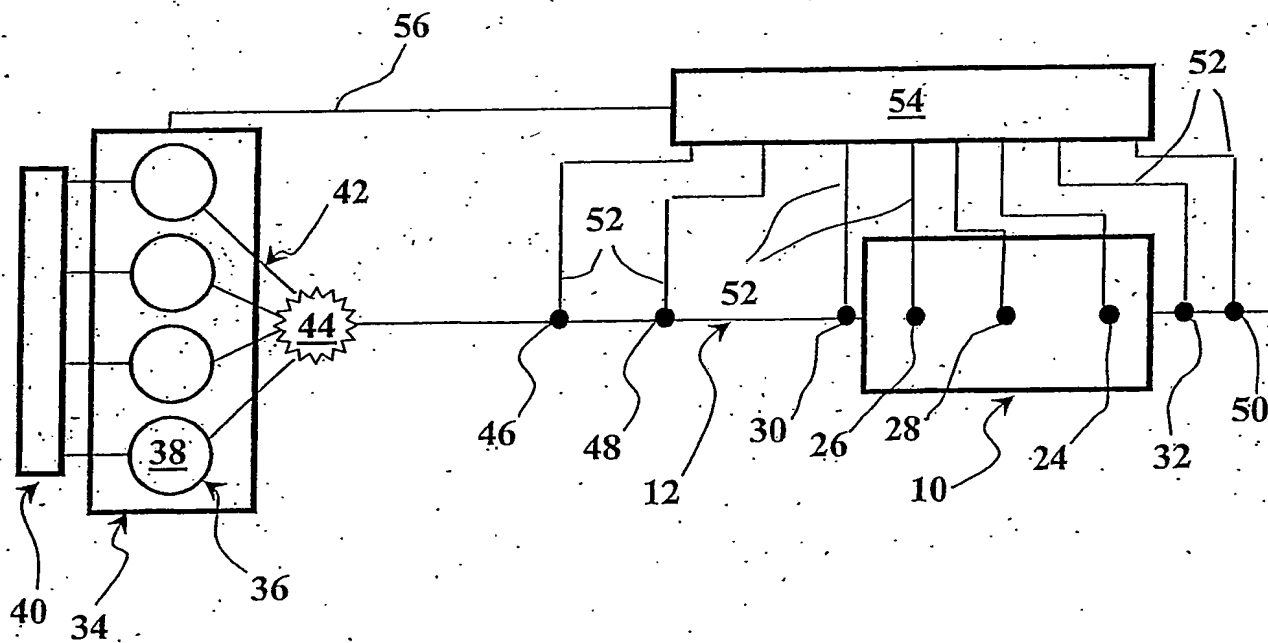
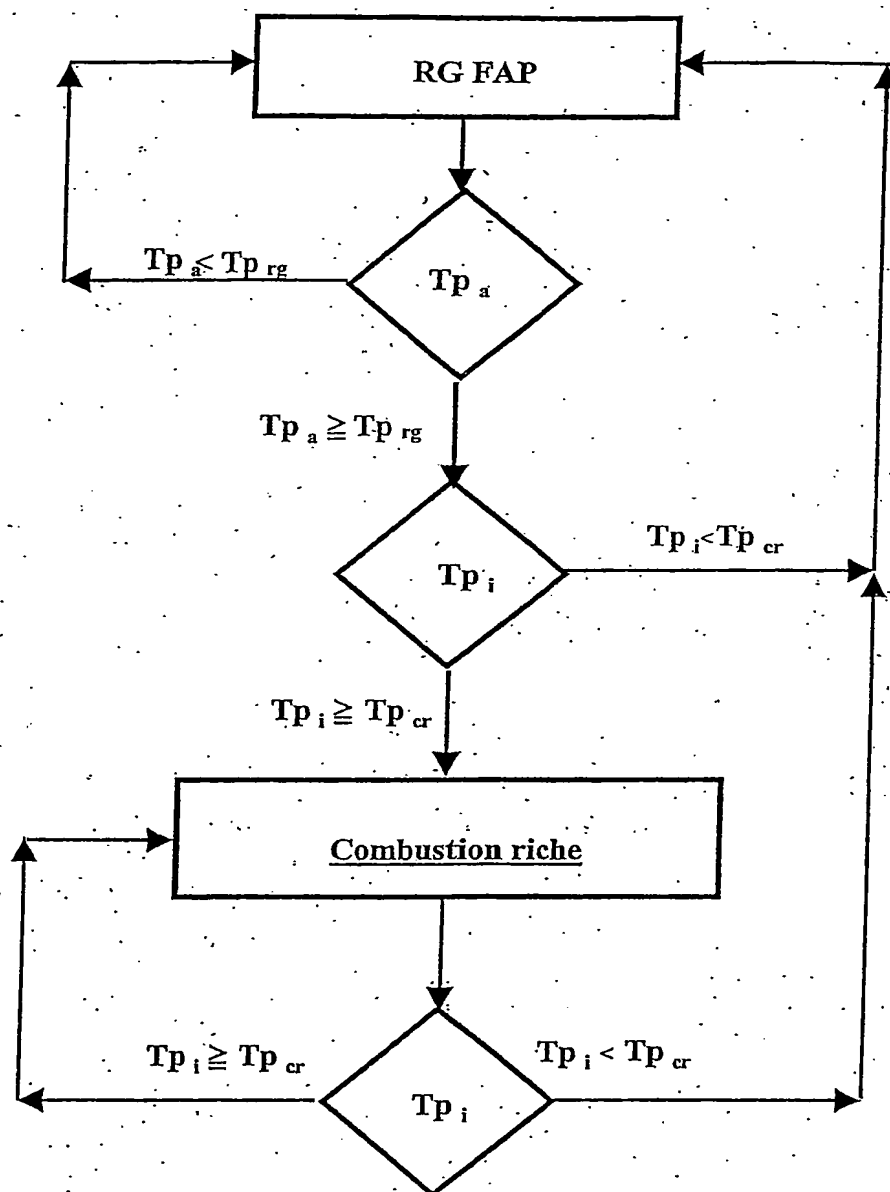


FIG.3



3/3

FIG.4

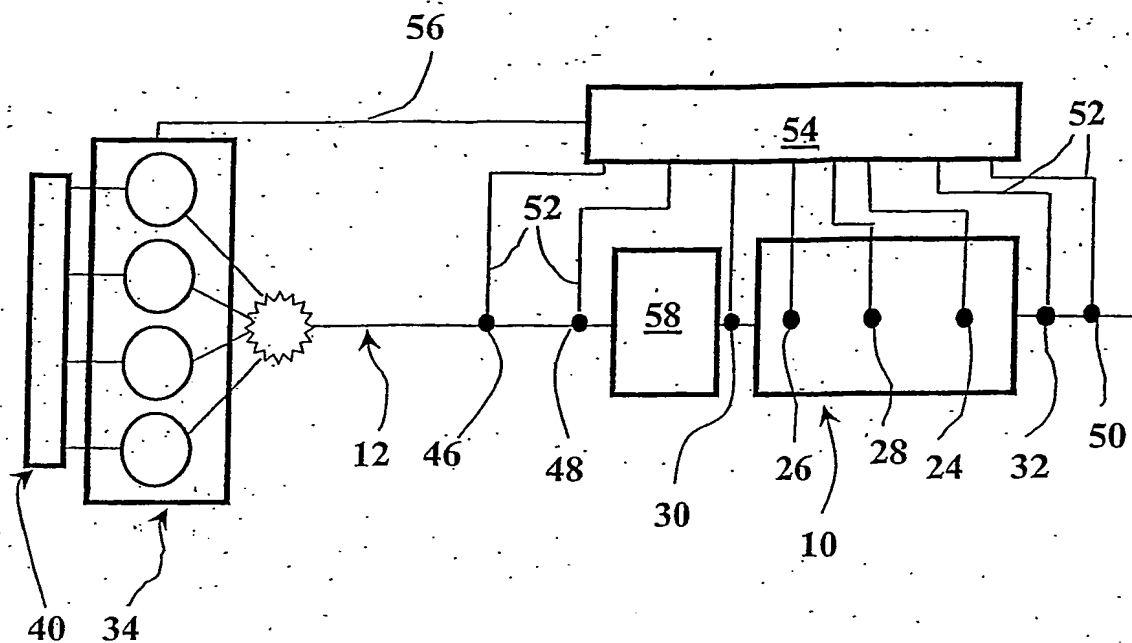
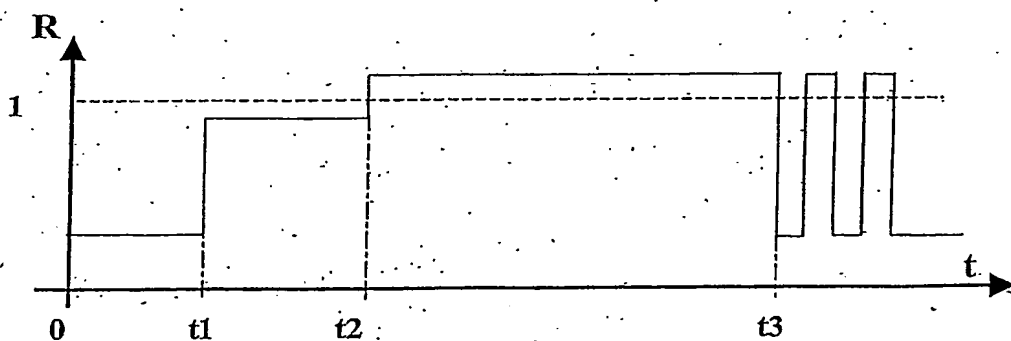


FIG.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01N9/00 F01N3/023 F01N3/035 F01N3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 450 682 A (TAKEUCHI YUKIHISA ET AL) 29 May 1984 (1984-05-29) column 5, line 42 - column 6, line 26 figure 4	1-3,8-10
X	EP 0 405 310 A (DEGUSSA) 2 January 1991 (1991-01-02)	8-12
A	claim 1 figure 1	1-4
X	US 5 195 319 A (STOBBE PER) 23 March 1993 (1993-03-23)	8-10,12
A	column 7, line 7 - line 25 column 10, line 28 - line 42 column 11, line 45 - line 64 figure 3	1-3
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2005

Date of mailing of the international search report

01/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ikas, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002983

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4450682	A	29-05-1984	JP 1452288 C	25-07-1988
			JP 56115809 A	11-09-1981
			JP 62061765 B	23-12-1987
			JP 1421700 C	29-01-1988
			JP 56118514 A	17-09-1981
			JP 62031165 B	07-07-1987
EP 0405310	A	02-01-1991	CN 1048581 A	16-01-1991
			EP 0405310 A2	02-01-1991
			JP 3096611 A	22-04-1991
			ZA 9004363 A	27-03-1991
US 5195319	A	23-03-1993	US 5497620 A	12-03-1996
			AT 175586 T	15-01-1999
			AU 3449989 A	03-11-1989
			DE 68928901 D1	25-02-1999
			DE 336883 T1	12-04-1990
			DK 242590 A	26-11-1990
			WO 8909648 A1	19-10-1989
			EP 0336883 A1	11-10-1989
US 4651524	A	24-03-1987	NONE	
JP 05156929	A	22-06-1993	NONE	
FR 2829526	A	14-03-2003	DE 10144958 A1	27-03-2003
			FR 2829526 A1	14-03-2003
FR 2825412	A	06-12-2002	DE 10126455 A1	12-12-2002
			FR 2825412 A1	06-12-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002983

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 F01N9/00 F01N3/023 F01N3/035 F01N3/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 450 682 A (TAKEUCHI YUKIHISA ET AL) 29 mai 1984 (1984-05-29) colonne 5, ligne 42 - colonne 6, ligne 26 figure 4	1-3, 8-10
X	EP 0 405 310 A (DEGUSSA) 2 janvier 1991 (1991-01-02) revendication 1 figure 1	8-12
A		1-4
X	US 5 195 319 A (STOBBE PER) 23 mars 1993 (1993-03-23) colonne 7, ligne 7 - ligne 25 colonne 10, ligne 28 - ligne 42 colonne 11, ligne 45 - ligne 64 figure 3	8-10, 12
A		1-3
	----- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ikas, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002983

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4450682	A	29-05-1984	JP 1452288 C	25-07-1988
			JP 56115809 A	11-09-1981
			JP 62061765 B	23-12-1987
			JP 1421700 C	29-01-1988
			JP 56118514 A	17-09-1981
			JP 62031165 B	07-07-1987
EP 0405310	A	02-01-1991	CN 1048581 A	16-01-1991
			EP 0405310 A2	02-01-1991
			JP 3096611 A	22-04-1991
			ZA 9004363 A	27-03-1991
US 5195319	A	23-03-1993	US 5497620 A	12-03-1996
			AT 175586 T	15-01-1999
			AU 3449989 A	03-11-1989
			DE 68928901 D1	25-02-1999
			DE 336883 T1	12-04-1990
			DK 242590 A	26-11-1990
			WO 8909648 A1	19-10-1989
			EP 0336883 A1	11-10-1989
US 4651524	A	24-03-1987	AUCUN	
JP 05156929	A	22-06-1993	AUCUN	
FR 2829526	A	14-03-2003	DE 10144958 A1	27-03-2003
			FR 2829526 A1	14-03-2003
FR 2825412	A	06-12-2002	DE 10126455 A1	12-12-2002
			FR 2825412 A1	06-12-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.